

Complete English Translation of JP 61-116329

SPECIFICATION

1. TITLE OF THE INVENTION

LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

2. SCOPE OF CLAIM

A liquid crystal display panel wherein liquid crystals are filled between a pair of transparent substrates, the liquid crystals being oriented in a semi-parallel manner so that pretilt directions of liquid crystal molecules on an interface of one of the substrates and pretilt directions of liquid crystal molecules on an interface of the other substrate facing the one of the substrates can have a positional relationship of plane-symmetry relative to a central surface between the both substrates, characterized in that an active switching element is formed on one of the transparent substrates in a matrix shape and a means of controlling an electric field controlled birefringence effect of the liquid crystal panel is provided.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[INDUSTRIAL APPLICABILITY]

The present invention relates to a liquid crystal display panel, more particularly to a liquid crystal display panel having

a high-speed responsiveness and a wide range of visual angles.

[DESCRIPTION OF THE RELATED ART]

Aliquid crystal panel (hereinafter, referred to as  $\pi$  cell), wherein liquid crystals are filled between a pair of substrates facing each other, the liquid crystals being oriented in a semi-parallel manner so that pretilt directions of the liquid crystal molecules on surfaces of the both substrates can be plane-symmetrical relative to a central surface between the substrates, is characterized in achieving a high ON-OFF speed in an electro-optical conversion in response to an electric field controlled birefringence effect and a remarkably small visual angle dependency (Philip J. Bos et al., (1983) Japan Display Digest P478). As an example of an image display method in which the foregoing  $\pi$  cell is applied, a method of performing a multicolor display, in which a CRT of an electrostatic deflection type is used as an input source of image information, on which the  $\pi$  cell with an electrode provided on an entire surface thereof and a color polarization plate are disposed, and the ON-OFF operation of the  $\pi$  cell is appropriately synchronized with an input signal, is available (R. S. Vatne et al. (1983) SID Digest, P31). The foregoing image display method realizes a color display taking advantage of the high-speed responsiveness of the  $\pi$  cell.

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

However, the  $\pi$  cell only serves as a simple light switch for color switching in the foregoing constitution of the image display method. In other words, the before-mentioned constitution is not as advanced as to realize an image display having a high-speed responsiveness and a wide range of visual angles through the division of the  $\pi$  cell by pixels. Further, the CRT for inputting the image information is required in the before-mentioned image display method, which necessarily raises the problem that a size of an entire image device is increased. Thus, essential advantages of the liquid crystal display, which are light weight and thin shape, are not utilized well because of the involved problem.

There is a disadvantage in the  $\pi$  cell as well, that is, an immediate optical responsiveness/change with respect to an applied voltage cannot be realized, which makes it not possible for the  $\pi$  cell to be used as a simple matrix panel due to a resultant difficulty of a time sharing drive. As described above, according to the conventional technology, it was very difficult to display the image through the direct application of the electrooptic effect of the  $\pi$  cell. The present invention was implemented in order to solve the foregoing problems, and a main object thereof is to provide a liquid crystal display panel of a flat shape capable of directly forming the image by means of the electrooptic effect of the  $\pi$  cell and achieving the high-speed responsiveness and small visual angle dependency.

[MEANS OF SOLVING THE PROBLEMS]

A liquid crystal display panel according to the present invention is characterized in that an electric field controlled birefringence effect of a liquid crystal panel ( $\pi$  cell), wherein liquid crystals are filled between a pair of transparent substrates, the liquid crystals being oriented in a semi-parallel manner so that pretilt directions of liquid crystal molecules on an interface of one of the substrates and an interface of the other substrate facing the one of the substrates can have a plane-symmetrical relationship relative to a central surface between the substrates, is turned on/off by an active switching element formed in a matrix shape on one of the substrates.

[OPERATION]

According to the foregoing constitution of the present invention, the liquid crystal display panel of a flat shape can be obtained by selectively switching on/off the electrooptic effect of the  $\pi$  cell using the active switching element. In employing the method in which the active switching element is disposed on the transparent substrate in the matrix shape and the electrooptic effect of the liquid crystals is switched on/off, a high ON/OFF ratio of an effective voltage applied to a liquid crystal layer at a selected point can be achieved, which realizes a high contrast and further, can relatively easily increase a capacity. A response speed of the ten thousand  $\pi$  cells in an electro-optical conversion mode in response to the electric field

controlled birefringence effect is faster than that of a twist nematic mode by one or two digits, and the visual angle dependency of the electro-optical conversion mode is also smaller than in the twist nematic mode. Therefore, the flat liquid crystal display panel achieving a large capacity and high contrast in which the high-speed responsiveness and small visual angle dependency as the advantages of the  $\pi$  cell are maximized can be obtained by providing the active switching element on one of the transparent upper and lower substrates of the  $\pi$  cell and turning on/off the electrooptic effect of the  $\pi$  cell using the switching element.

#### [EMBODIMENTS]

##### EMBODIMENT 1

Fig. 1 shows a structure of a liquid crystal display panel according to an embodiment 1 of the present invention and an ON/OFF state thereof.

A polysilicon thin-film transistor (TFT) 6 as a typical example of the switching element was formed on a transparent quartz glass plate 7 in a matrix shape. A  $\pi$  cell liquid crystal panel was formed from the substrate and a transparent glass substrate 2 as shown in Fig. 7. The both substrates employed polyimide films as orientation films thereof, and were rubbed with a cotton cloth and filled with the liquid crystals in a vacuum-sealing manner using an epoxy-based adhesive as a sealing agent so that the orientation of the liquid crystals on the upper

and lower substrates conformed to a direction shown by an arrow 9 in Fig. 1. In order to obtain the  $\pi$  cell, polarizing plates 1 and 8 were vertically applied to the cell so that absorption axes 10 made the angle of 45 degrees relative to the orientation direction 9. A thickness of the  $\pi$  cell is primarily determined depending on a birefringence ratio  $\Delta n$  of the used liquid crystals. The sealed-in liquid crystals are ZLI 2448 (manufactured by Merck Ltd.) and a cell thickness thereof was approximately  $5\text{ }\mu\text{m}$ , however, the liquid crystals used in the present embodiment are not limited to the foregoing liquid crystals. It is noted that the cell thickness is necessarily changed depending on the birefringence ratio of the liquid crystals, respectively.

Next, an optical response property of the  $\pi$  cell resulting from the polysilicon TFT was examined. The liquid crystal molecules, to which an electric field was applied by the polysilicon TFT, rise in a direction of the electric field as shown in Fig. 1 (ON state (b)). A time length required for the rise was 0.5 ms. An incident polarized light 11 does not change its polarization axis in entering the liquid crystal layer in the foregoing ON state (b). Therefore, in the structure shown in Fig. 1, the incident polarized light in the ON state (b) always passes through the polarizing plate 8. In contrast, an OFF state (a) shown in Fig. 1 arrives in the absence of the electric field. The OFF state (a) is relatively stable though a transient state. When the polarized light enters in the OFF state (a), the

polarization axis thereof is rotated by the effective birefringence effect of the liquid crystal layer. In the present embodiment, the cell thickness is controlled in such a manner that the polarization axis is rotated through 90 degrees. Therefore, the polarized light entering in the OFF state (a) cannot pass through the polarizing plate 8. A time length required for the liquid crystal molecules to rise to the OFF state after the electric field was turned off was 24 ms. The foregoing two values prove that a speed higher than the speed in the light switching of the twist nematic mode is achieved in the present embodiment using the same liquid crystals. A contrast ratio was 10, which is an acceptable level causing no problem in practical use. Further, it was confirmed that the visual angle dependency was greatly improved. An image quality of the liquid crystal image remarkably improved in the present embodiment in contrast to the image display according to the conventional twist nematic mode. Next, when a video signal was inputted as an image input signal so that the image quality is checked, a clear image of a high vision angle generating very few flickering could be obtained. It appears that there is very few flickering observed in the image because a response time length of the liquid crystal molecules is significantly short in comparison to a scanning time length of the video signal per one field, which is approximately 16 ms. As described, the liquid crystal display panel achieving the high-quality image in which

the high-speed responsiveness and wide viewing angle property of the  $\pi$  cell is fully utilized could be obtained by implementing the switching of the  $\pi$  cell by the TFT.

## EMBODIMENT 2

A polysilicon TFT as a typical example of the switching element was formed on a transparent quartz glass plate in a matrix shape. A  $\pi$  cell liquid crystal panel was formed from the substrate and a transparent glass substrate as follows. A transparent oxide film electrode was formed on the transparent glass substrate by means of a sputtering method. A SiO film was formed on the substrate and the polysilicon TFT substrate by means of an oblique deposition method and a cell was formed so that pretilt directions of the liquid crystal molecules on the both substrates had a plane-symmetrical relationship relative to a central angle between the substrates. A polysilicon TFT cell was obtained by means of the vacuum sealing using an epoxy-based adhesive as a sealing agent. The used liquid crystals were ZLI 2243 (manufactured by Merck Ltd.) and a cell thickness thereof was 6  $\mu\text{m}$ . An optical response property of the liquid crystal panel was examined, results of which were 0.5 ms as a rising time, 4.0 ms as a falling time and 10 as a contrast ratio. These values representing the property show a remarkable improvement in comparison to the optical response property of the conventional active matrix liquid crystal panel



of the twist nematic mode. When a video signal was inputted to the panel according to the present embodiment as image information, a clear image of a wide vision angle with few flickering could be obtained. It is assumed that the flickering phenomenon was reduced by the acceleration of the optical response.

### EMBODIMENT 3

A polysilicon TFT cell was obtained in the same manner as in the embodiment 1. A polarizing plate was applied to only one surface (incident-light side) of the panel so that an orientation axis and polarization axis of the liquid crystal molecules in the panel make the angle of 45 degrees. The panel with the polarizing plate attached thereto was used as an image input source to manufacture a field sequential color display by way of trial in the same manner as recited in the foregoing literature (R. S. Vatne et al. (1983) SID Digest P31). The CRT was used as the input source of the image information in the foregoing literature, in contrast to which, a display according to the constitution in the present embodiment resulted in a considerably flat shape.

The conventional active matrix color liquid crystal display realized a color display using a juxtapositional additive color mixing by combining a color filter and the electrooptic effect of the twist nematic liquid crystals, wherein the display

of each RGB was limited to 1/3 of the entire pixels. The full-color liquid crystal display according to the constitution of the present embodiment is capable of color-displaying the display of each RGB by means of a successive additive color mixing using the entire pixels. Accordingly, a resolution remarkably improved in comparison to the conventional juxtapositional additive color mixing.

#### [EFFECT OF THE INVENTION]

As thus far described, the present invention exerts the effect that the image of the high-speed responsiveness and wider vision angle can be easily obtained by switching on/off the electrooptic effect of the  $\pi$  cell using the active switching element. In particular, when the video signal is inputted as the image input source, a clear image undergoing no flickering can be effectively obtained because of a high optical response speed. Further, the thin-type liquid crystal color display by means of the successive additive color mixing could be realized by utilizing the high-speed responsiveness of the TFT  $\pi$  cell. It was leant that the resolution of the color image obtained in the foregoing color display was remarkably high.

#### 4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is an illustration of a structure of a polysilicon TFT  $\pi$  cell, wherein (a) shows a state in the absence of an electric

field (OFF state), and (b) shows a state in which an electric field is applied (ON state).

1. polarizing plate
2. transparent glass
3. common electrode
4. source wire
- 4' gate wire
5. pixel electrode
6. drain part
7. quartz glass
8. polarizing plate
9. orientation direction of liquid crystal
10. absorption axis of polarized light
11. incident light

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-116329

(43)Date of publication of application : 03.06.1986

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/133

(21)Application number : 59-237362

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 09.11.1984

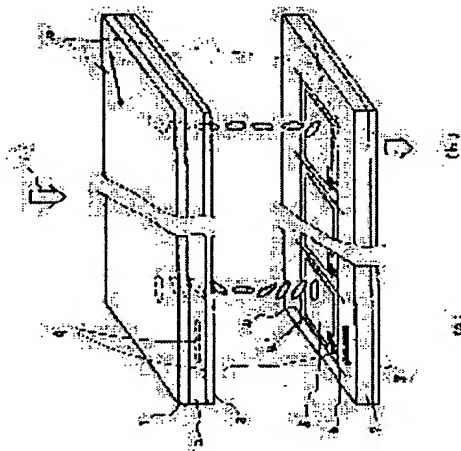
(72)Inventor : ARIGA SHUJI  
SONEHARA TOMIO

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To easily obtain an image high in responsively and wide in visual angle by selectively switching the electrooptic effect of a  $\pi$  cell with an active switching element.

CONSTITUTION: The switching element 6 is formed in a matrix on a transparent quartz glass plate 7, and it is combined with another transparent glass plate 2 to form the  $\pi$  cell liquid crystal panel. The panel is filled with liquid crystals so as to orient them as shown with the arrows 9 in the figure. Polarizing plates 1, 8 are applied to the outside of both glass plates 2, 7 so as to arrange their absorption axes 10 at a 45° to the orientation direction of the liquid crystals.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-116329

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

G 02 F 1/133

識別記号

118

庁内整理番号

8205-2H  
D-8205-2H

⑭ 公開 昭和61年(1986)6月3日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 液晶画像表示パネル

⑯ 特 願 昭59-237362

⑰ 出 願 昭59(1984)11月9日

⑱ 発 明 者 有 賀 修 二 諏訪市大和3丁目3番5号 株式会社諏訪精工舎内

⑲ 発 明 者 曾 根 原 富 雄 諏訪市大和3丁目3番5号 株式会社諏訪精工舎内

⑳ 出 願 人 セイコーエプソン株式 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
会社

㉑ 代 理 人 弁理士 最 上 務

明 細 書

1. 発明の名称

液晶画像表示パネル

2. 特許請求の範囲

一対の透明基板間に、一方の基板界面上の液晶分子のプレチルト方向と対向する基板界面上の液晶分子のプレチルト方向が上記両基板面間の中心面に対して面対称の位置関係にある準平行配向した液晶を充填してなる液晶パネルにおいて、上記どちらか一方の透明基板上にマトリックス状に能動スイッチング素子を形成し、上記液晶パネルの電界制御複屈折効果を制御する手段を設けたことを特徴とする液晶画像表示パネル。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は液晶画像表示パネルに関する。詳しくは高速応答性を有しかつ視角範囲の広い液晶画像

表示パネルに関する。

〔従来の技術〕

一対の対向する基板間に、両基板面上の液晶分子のプレチルト方向が基板間の中心面に対して面対称になるように準平行配向した液晶を充填してなる液晶パネル(以下 $\pi$ セルと略す)は電界制御複屈折効果による電気光学変換のON-OFF速度が速く、また視角依存性が著しく小さいという特徴を有している(Philip J. Bos et al, (1983) Japan Display Digest P478)。上記 $\pi$ セルを応用した画像表示法として画像情報の入力源として静電偏向型ORTを使いそのORT上に全面電極付 $\pi$ セルとカラー偏光板を配置し、 $\pi$ セルのON-OFFを入力信号と適当に同期させてやることにより多色カラー表示を行う方法がある(R. S. Vatsa et al (1983) SID Digest P31)。該画像表示方法は $\pi$ セルの高速応答性を生かしたカラーディスプレイである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら前述の画像表示方法の構成におけ

る $\pi$ セルの役割はカラースイッチングのための単純な光スイッチである。すなわち $\pi$ セルを画素分割化し、高速応答性を有し、かつ視角範囲の広い画像表示を実現したいというところまでは到達していない。また前述の画像表示方法では画像情報を入力するO R Tが必要であり必然的に画像装置全体が大型化してしまうという問題点を含んでいる。すなわち液晶ディスプレイが本来もつ軽くかつ薄型であるという特徴が生かし切れていない。

一方、 $\pi$ セルは印加電圧に対する光学的応答変化が急峻でないという欠点を有している。従って時分割駆動が困難であり単純マトリックスパネルとして使用することはできない。上記のように従来技術においては $\pi$ セルの電気光学効果を直接応用して画像表示を行うことは非常に困難であった。本発明は上記の問題点を解決するもので目的とするところは $\pi$ セルの電気光学効果によって直接画像を形成し高速応答性かつ視野依存性の小さなフラット液晶画像表示パネルを提供するところにある。

電界制御複屈折効果による電気光学変換モードの応答速度はツイストネマチックモードに比較して一ケタから二ケタ程度速く、視角依存性も非常に小さい。従って $\pi$ セルの透明上下基板のどちらか一方の基板上に能動スイッチング素子を配列し、該スイッチング素子によって $\pi$ セルの電気光学効果をO N-O F Fすることにより、高速応答性を有し、視角依存性の小さいという $\pi$ セルの特徴を最大限生かした高容量、高コントラストなフラット液晶画像表示パネルを得ることができる。

#### 〔実施例〕

##### 実施例1

第1図は本発明の実施例1における液晶画像表示パネルの構造とそのO N-O F F状態を示したものである。

透明な石英ガラス7上にスイッチング素子の代表的な例としてポリシリコン薄膜トランジスタ(T F T)6をマトリックス状に形成した。該基板と透明ガラス基板2とにより $\pi$ セル液晶パネルを図7のように作成した。上下両基板とも配向膜

〔問題点を解決するための手段〕

本発明の液晶画像表示パネルは一对の透明基板間に、一方の基板界面上と、それに対向する基板界面上の液晶分子のプレチルト方向が上記基板面の間の中心面に対して互いに面対称な関係になるように準平行配向した液晶を充填してなる液晶パネル( $\pi$ セル)の電界制御複屈折効果を上記どちらか一方の基板上にマトリックス状に形成した能動スイッチング素子によってO N-O F Fすることとを特徴とする。

〔作用〕

本発明の上記の構成によれば $\pi$ セルの電気光学効果を能動スイッチング素子により選択的にスイッチングすることによりフラット液晶画像表示パネルを得ることができる。透明基板上に能動スイッチング素子をマトリックス状に配置し液晶の電気光学効果をスイッチングする方式は選択点での液晶層に印加される突効的な電圧のO N-O F F比を高く取れるため高コントラストが実現でき、また大容量化も比較的容易である。一方 $\pi$ セルの

にポリイミド膜を使用し、綿布によりラビング処理し、上下基板での液晶の配向を図1の矢印9に示されるようにしたシール剤としてエポキシ系の接着剤を用い真空封入により液晶を充填した。該セルに偏光板1, 8をその吸収軸10が配向方向9に45°をなすように上下にはり合せ、 $\pi$ セルを得た。 $\pi$ セルのセル厚は使用する液晶の複屈折率 $\Delta n$ によって一義的に決まる。ここで封入した液晶はZ L I 2 4 4 8(メルク社)でセル厚は約5 $\mu$ mであった。使用する液晶はこの液晶に限定されるものではない。但し、各々の液晶の複屈折率にあわせてセル厚を変える必要がある。

次に該ポリシリコンT F Tによる $\pi$ セルの光学応答特性を調べた。ポリシリコンT F Tによって電界を印加された液晶分子は図1のようにその電界方向に立ち上る(O N状態(6))。その立ち上り時間は0.3msであった。このようなO N状態(6)では入射してきた偏光11は液晶層を通過してもその偏光軸を変えない。従って第1図の構造においてはO N状態(6)で入射した偏光は

全て、偏光板8を通過する。一方無電界時には第1図に示されるようなOFF状態( $\alpha$ )となる。このOFF状態( $\alpha$ )は遷移的な状態であるが比較的安定である。OFF状態( $\alpha$ )では入射した偏光は液晶層の実効的な複屈折効果により偏光軸が回転する。本実施例では偏光軸が $90^\circ$ 回るようにセル厚をコントロールしてある。従ってOFF状態( $\alpha$ )では入射した偏光は偏光板8を通過できない。電界を切ってからこのOFF状態への液晶分子の立ち下り時間は $2.4\text{ ms}$ であった。この二値は同じ液晶を使ってシストネマティックモードで光スイッチングした速度より非常に速いことを示している。またコントラスト比は10であり、実用上全く問題のない水準である。また視角依存性も大巾に改善されていることが確認され、液晶画像としては従来のツイストネマティックモード表示に比較して画質は著しく向上した。次に画像入力信号としてビデオ信号を入力し画質を調べたところ、ちらつきのほとんどない高視野角な鮮明な画像を得ることができた。ビデオ信号の

は $6\mu\text{m}$ であった。該液晶パネルの光学応答特性を調べたところ、立ち上り時間 $0.5\text{ ms}$ 、立ち下り時間 $4.0\text{ ms}$ 、コントラスト比10であった。これらの特性値は従来のツイストネマティックモードのアクティブマトリックス液晶パネルの光学応答特性に比べ非常に向上した値である。該パネルに画像情報としてビデオ信号を入力したところ、ちらつきの少ない、高視野角な鮮明画像を得ることができた。ちらつきの低減は光学応答速度が速いことに帰因していると考えられる。

#### 実施例3

実施例1と同様の方法によりポリシリコンTFT $\pi$ セルを得た。該パネルの液晶分子の配向軸と偏光軸が $45^\circ$ をなすように偏光板を該パネルの片面(入射光側)にのみ貼りつけた。該偏光板付パネルを画像入力源として、前記文献(R. S. Vatne et al. (1983) SID Digest P 31)と同様の構成によりフィールドシーケンシャルカラーディスプレイを試作した。上記文献内では画像情報入力源としてORTを使用しているが、これに比

1フィールド当りの走査時間約 $16\text{ ms}$ に対して液晶分子の応答時間が著しく短いために画像中にほとんどちらつきが現れないと考えられる。このように $\pi$ セルのスイッチングをTFTで行うことにより $\pi$ セルの高速応答性、高視野角性を生かした高画質な液晶画像表示パネルを得ることができた。

#### 実施例2

透明な石英ガラス上にスイッチング素子の代表的な例としてポリシリコンTFTをマトリックス状に形成した。該基板と透明ガラス基板とにより $\pi$ セル液晶パネルを下記のように作成した。透明酸化膜電極を透明ガラス基板上にスパッタ法により形成した。該基板と上記ポリシリコンTFT基板にSiO膜を斜め蒸着法にて形成し両基板上での液晶分子のプレチルト方向が基板間の中心角に対して面对称関係になるようにセルを組み立てた。シール剤にエポキシ系の接層剤を用い真空封入によりポリシリコンTFT $\pi$ セルを得た。用いた液晶はZLI 2245(メルク社)でありセル厚

較して本構成のディスプレイはかなりフラットなものとなった。

従来のアクティブマトリックスカラー液晶ディスプレイはカラーフィルターとツイストネマティック液晶の電気光学効果との組み合わせによる並置加法混色を用いたカラー表示であった。その場合RGB各々の表示は全画素の $1/3$ に限られるものであった。本構成のフルカラー液晶ディスプレイはRGB各々の表示を全画素を使って継時加法混色によりカラー表示できるため従来の並置加法混色に比較して大巾に解像度が上昇した。

#### (発明の効果)

以上述べたように本発明によれば $\pi$ セルの電気光学効果を能動スイッチング素子によりON-OFFすることにより高速応答かつ高視野角な画像を容易に得ることができるという効果を有する。特に画像入力源としてビデオ信号を入力した場合、光応答速度が速いためちらつきの無い鮮明な画像が得られるという効果を有する。またTFT $\pi$ セルの高速応答性を生かして継時加法混色による

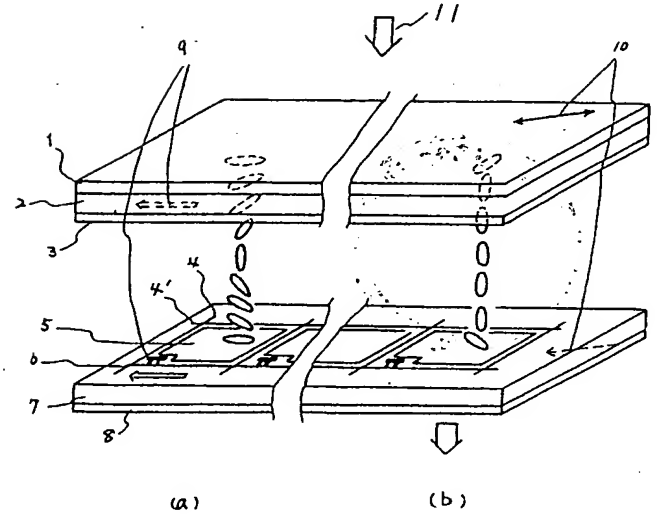


■ 薄型液晶カラーディスプレイが実現できた。この場合のカラー画像は解像度が著しく高いという効果を有することがわかった。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図 …… ポリシリコン T F T π セルの構造を示す図で、( a ) は無電解時 ( O F F 状態 )、( b ) は電解印加時 ( O N 状態 )

- 1 …… 偏光板
- 2 …… 透明ガラス
- 3 …… 共通電極
- 4 …… ソース線
- 4' …… ゲート線
- 5 …… 画素電極
- 6 …… ドレイン部
- 7 …… 石英ガラス
- 8 …… 偏光板
- 9 …… 液晶の配向方向
- 10 …… 偏光吸収軸
- 11 …… 入射光



第 1 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**